

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



提別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1998年12月 7日

出 願 番 号

Application Number:

平成10年特許願第347341号

出 願 人

Applicant(s):

ソニー株式会社

【氏名】

書!

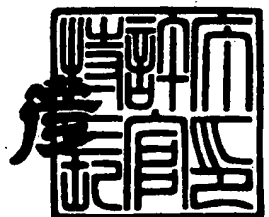
書所又は印

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1999年10月15日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



【書類名】 特許願

【整理番号】 9800975902

【提出日】 平成10年12月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 1/46

【発明の名称】 画像処理装置及び画像処理方法

【請求項の数】 2

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
 内

 【氏名】 中林 清隆

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
 内

 【氏名】 加藤 直哉

【特許出願人】

 【識別番号】 000002185

 【氏名又は名称】 ソニー株式会社

 【代表者】 出井 伸之

【代理人】

 【識別番号】 100067736

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小池 晃

【選任した代理人】

 【識別番号】 100086335

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 田村 榮一

【選任した代理人】

 【識別番号】 100096677

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊賀 誠司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019530

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707387

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像処理装置及び画像処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像を取り扱うデバイスから入力された画像データに対して所定の画像処理を施し、画像を取り扱う他のデバイスへ出力する画像処理装置において、

各デバイスの最暗点が異なっている場合に、人間の視覚の黒への順応の違いを考慮して、各デバイスにおける画像の色の見え方がほぼ同じとなるように画像データを補正する黒順応補正手段を備えること

を特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 画像を取り扱うデバイスから入力された画像データに対して所定の画像処理を施し、画像を取り扱う他のデバイスへ出力する際、

各デバイスの最暗点が異なっている場合には、人間の視覚の黒への順応の違いを考慮して、各デバイスにおける画像の色の見え方がほぼ同じとなるように画像データを補正すること

を特徴とする画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像を取り扱うデバイスから入力された画像データに対して所定の画像処理を施し、画像を取り扱う他のデバイスへ出力する画像処理装置に関する。また、本発明は、画像を取り扱うデバイスから入力された画像データを、画像を取り扱う他のデバイスへ出力する際に行う画像処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

カラー画像を扱う様々なシステムの普及に伴い、それらのシステム上の異種デバイス間においてカラー画像を同じ色で再現できるようにすることが望まれている。このような要求に対処するために、各デバイスの特性評価を行い、各デバイスで出力される画像の色彩値を合わせるようにした画像処理装置が考案されてい

る。このような画像処理装置について、その概略構成を図 11 に示すとともに、そのような画像処理装置における画像データの流れを図 12 に示す。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、各デバイスで出力される画像の色彩値を合わせても、実際に画像を人間の目で見たときに、各デバイスで出力される画像の色が同じように見えるとは限らなかった。なぜなら、各デバイスの特性評価を行って色彩値を合わせても、周囲光が存在する視環境のもとで画像を観察した場合には、視環境によって人間の視覚が影響を受けてしまうからである。

【0004】

特に、各デバイスの最暗点が異なる場合（すなわち黒い部分の色が異なる場合）には、各デバイスにより、画像の色の見え方が大幅に異なるものになってしまう。例えば、入力デバイスの最暗点と出力デバイスの最暗点とが異なると、出力画像に黒つぶれや黒浮きが生じてしまい、入力画像と出力画像の色の見え方が大幅に異なるものになってしまうことがある。

【0005】

本発明は、このような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、異種デバイス間において画像の色の見え方がほぼ同じとなるように画像処理を行う画像処理装置及び画像処理方法を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る画像処理装置は、画像を取り扱うデバイスから入力された画像データに対して所定の画像処理を施して、画像を取り扱う他のデバイスへ出力する画像処理装置である。そして、各デバイスの最暗点が異なっている場合に、人間の視覚の黒への順応の違いを考慮して、各デバイスにおける画像の色の見え方がほぼ同じとなるように画像データを補正する黒順応補正手段を備えることを特徴とする。

【0007】

この画像処理装置では、各デバイスの最暗点が異なっている場合に、人間の視

覚の黒への順応の違いを考慮して、黒順応補正手段により、各デバイスにおける画像の色の見え方がほぼ同じとなるように画像データを補正する。したがって、各デバイスの最暗点が異なっている場合、各デバイスにおける画像の色の見え方がほぼ同じとなるようにすることができる。

【0008】

また、本発明に係る画像処理方法は、画像を取り扱うデバイスから入力された画像データに対して所定の画像処理を施して他のデバイスへ出力する際、各デバイスの最暗点が異なっている場合には、人間の視覚の黒への順応の違いを考慮して、各デバイスにおける画像の色の見え方がほぼ同じとなるように画像データを補正することを特徴とする。

【0009】

この画像処理方法では、各デバイスの最暗点が異なっている場合に、人間の視覚の黒への順応の違いを考慮して、各デバイスにおける画像の色の見え方がほぼ同じとなるように画像データを補正する。したがって、各デバイスの最暗点が異なっている場合、各デバイスにおける画像の色の見え方がほぼ同じとなるようにすることができる。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0011】

なお、以下の説明では、画像表示装置に表示されている画像のことをソフトコピー画像と称し、紙等の記録媒体に印刷された画像のことをハードコピー画像と称する。また、画像の表示媒体となるもののことをメディアと称する。すなわち、ソフトコピー画像の場合、メディアは画像表示装置であり、ハードコピー画像の場合、メディアは紙等の記録媒体である。

【0012】

1. 画像処理装置の構成

本発明を適用した画像処理装置の一例を図1に示す。この画像処理装置1は、CRTディスプレイや液晶ディスプレイ等の画像表示装置2に表示されている画

像を取り込み、その画像を処理して、プリンタ 3 に出力する。

【0013】

なお、ここでは、入力側デバイスが画像表示装置 2、出力側デバイスがプリンタ 3 の場合を例に挙げるが、これらのデバイスは、本例に限定されるものではなく、例えば、入力側デバイスはイメージスキャナやカメラ等であってもよいし、また、出力側デバイスは画像表示装置等であってもよい。また、図 1 の例では、画像処理装置 1 に入力側デバイスや出力側デバイスが直接接続されているように図示しているが、これらのデバイスはネットワークを介して接続されたものであってもよい。

【0014】

図 1 に示す画像処理装置 1 は、画像表示装置 2 から取り込んだ画像を処理する画像処理部 11 と、画像表示装置 2 からの光 L_1 を検出して画像表示面の光反射率等を検出する第 1 の入力側センサ 12 と、画像表示装置 2 に表示された画像が観察されるときにの周囲光 L_2 を検出する第 2 の入力側センサ 13 と、プリンタ 3 によって画像が印刷されるプリント用紙 14 からの光 L_3 を検出してプリント用紙 14 の全体輝度等を検出する第 1 の出力側センサ 15 と、プリンタ 3 によって印刷された画像が観察されるときにの周囲光 L_4 を検出する第 2 の出力側センサ 16 とを備える。また、上記画像処理部 11 は、入力側コンバータ 21 と、入力側視環境変換回路 22 と、画像編集処理回路 23 と、出力側視環境変換回路 24 と、出力側コンバータ 25 とを備える。

【0015】

入力側コンバータ 21 は、画像表示装置 2 に表示されている画像の RGB 値を取り込み、入力側デバイスプロファイルを用いて、当該 RGB 値を人間の視覚に基づいた三刺激値である XYZ 値に変換する。ここで、入力側デバイスプロファイルは、画像表示装置 2 から取り込んだ RGB 値を人間の視覚に基づいた XYZ 値に変換する際の変換式又は変換テーブルが格納されたファイルであり、画像表示装置 2 の特性に基づいて予め作成しておく。そして、この XYZ 値は、入力側コンバータ 21 から入力側視環境変換回路 22 に送られる。

【0016】

入力側視環境変換回路22は、入力側コンバータ21から受け取ったXYZ値に対して、後述する色順応モデル(S-LMS)に基づく変換処理を施すとともに、後述するデバイス最適色空間への変換処理を施すことにより、入力側コンバータ21から受け取ったXYZ値を、デバイス最適色空間におけるXYZ値（以下、 $X_{OP}Y_{OP}Z_{OP}$ 値と称する。）に変換する。そして、この $X_{OP}Y_{OP}Z_{OP}$ 値は、入力側視環境変換回路22から画像編集処理回路23に送られる。

【0017】

なお、入力側コンバータ21から受け取ったXYZ値の変換を行うにあたり、入力側視環境変換回路22は、画像表示装置2の画像表示面の光反射率等を検出した結果を第1の入力側センサ12から受け取るとともに、画像表示装置2に表示された画像が観察されときの周囲光 L_2 を検出した結果を第2の入力側センサ13から受け取る。そして、それらの検出結果に基づいて、画像表示装置2に表示された画像の視環境に関するパラメータを求め、当該パラメータを用いて、色順応モデルに基づく変換処理と、デバイス最適色空間への変換処理とを行う。

【0018】

画像編集処理回路23は、入力側視環境変換回路22から受け取った $X_{OP}Y_{OP}Z_{OP}$ 値に対して、色域圧縮等の画像編集処理を施す。そして、色域圧縮等の画像編集処理が施された $X_{OP}Y_{OP}Z_{OP}$ 値は、画像編集処理回路23から出力側視環境変換回路24に送られる。

【0019】

出力側視環境変換回路24は、画像編集処理回路23から受け取った $X_{OP}Y_{OP}Z_{OP}$ 値に対して、デバイス最適色空間からLMS色空間への変換処理と、後述する色順応モデルに基づく変換処理の逆変換とを施すことにより、画像編集処理回路23から受け取った $X_{OP}Y_{OP}Z_{OP}$ 値を、人間の視覚に基づいた三刺激値であるXYZ値に変換する。そして、このXYZ値は、出力側視環境変換回路24から出力側コンバータ25に送られる。

【0020】

なお、画像編集処理回路23から受け取った $X_{OP}Y_{OP}Z_{OP}$ 値の変換を行うにあ

たり、出力側視環境変換回路 24 は、プリンタ 3 によって画像が印刷されるプリント用紙 14 の全体輝度等を検出した結果を第 1 の出力側センサ 15 から受け取るとともに、プリンタ 3 によって印刷された画像が観察されるとき周囲光 L_4 を検出した結果を第 2 の出力側センサ 16 から受け取る。そして、それらの検出結果に基づいて、プリンタ 3 によって印刷された画像の視環境に関するパラメータを求め、当該パラメータを用いて、LMS 色空間への変換処理と、色順応モデルに基づく変換処理の逆変換とを行う。

【0021】

出力側コンバータ 25 は、出力側視環境変換回路 24 から受け取った XYZ 値を、出力側デバイスプロファイルを用いて、プリンタ 3 で画像を印刷する際に用いられる CMY 値（又は CMYK 値）に変換する。ここで、出力側デバイスプロファイルは、人間の視覚に基づいた XYZ 値を、プリンタ 3 で画像を印刷する際に用いられる CMY 値に変換する際の変換式又は変換テーブルが格納されたファイルであり、プリンタ 3 の特性に基づいて予め作成しておく。そして、この CMY 値は、出力側コンバータ 25 からプリンタ 3 に送られ、当該 CMY 値に基づいて、プリンタ 3 によりプリント用紙 14 に画像が印刷されることとなる。

【0022】

2. 画像処理の流れ

以上のような画像処理装置 1 における画像処理の流れを図 2 に示す。

【0023】

図 2 に示すように、先ず、画像表示装置 2 に表示されていた画像の RGB 値に対して、入力側コンバータ 21 により、入力側デバイスプロファイルに基づく変換処理を施し、当該 RGB 値を XYZ 値に変換する。

【0024】

次に、当該 XYZ 値に対して、入力側視環境変換回路 22 により、色順応モデルに基づく変換処理を施し、当該 XYZ 値を、視環境に依存しない LMS 色空間における LMS 値（以下、 $L_S M_S S_S$ 値と称する。）に変換する。

【0025】

次に、当該 $L_S M_S S_S$ 値に対して、入力側視環境変換回路 22 により、デバイ

ス最適色空間への変換処理を施し、当該 $L_S M_S S_S$ 値を $X_{OP} Y_{OP} Z_{OP}$ 値に変換する。

【0026】

次に、当該 $X_{OP} Y_{OP} Z_{OP}$ 値に対して、画像編集処理回路 23 により、色域圧縮等の画像編集処理を施す。この画像編集処理では、先ず、 $X_{OP} Y_{OP} Z_{OP}$ 値を、知覚均等色空間における $L^* a^* b^*$ 値（以下、この $L^* a^* b^*$ 値のことを、 $L_S^* a_S^* b_S^*$ 値と称する。）に変換し、次に、当該 $L_S^* a_S^* b_S^*$ 値に対して色域圧縮等の画像編集処理を施し、次に、色域圧縮等の画像編集処理が施されてなる $L_S^* a_S^* b_S^*$ 値を、デバイス最適色空間における $X_{OP} Y_{OP} Z_{OP}$ 値に改めて変換する。

【0027】

次に、当該 $X_{OP} Y_{OP} Z_{OP}$ 値を、出力側視環境変換回路 24 により、視環境に依存しない LMS 色空間における $L_S M_S S_S$ 値に改めて変換する。

【0028】

次に、当該 $L_S M_S S_S$ 値に対して、出力側視環境変換回路 24 により、色順応モデルに基づく変換処理の逆変換を施し、当該 $L_S M_S S_S$ 値を XYZ 値に改めて変換する。

【0029】

最後に、当該 XYZ 値に対して、出力側コンバータ 25 により、出力側デバイスプロファイに基づく変換処理を施し、当該 XYZ 値を CMY 値に変換する。そして、この CMY 値がプリンタ 3 へ出力される。

【0030】

以上のような画像処理において、入力側デバイスプロファイに基づく変換処理が施されてから、出力側デバイスプロファイに基づく変換処理が施されるまでのデータは、デバイスの色空間に依存しないデータである。また、色順応モデルに基づく変換処理が施されてから、色順応モデルに基づく変換処理の逆変換が施されるまでのデータは、視環境に依存しないデータである。また、デバイス最適色空間への変換処理が施されてから、視環境に依存しない LMS 色空間における $L_S M_S S_S$ 値に改めて変換されるまでのデータは、デバイスのダイナミックレンジに依存しないデータである。

【0031】

3. 色順応モデルに基づく変換処理

つぎに、上記画像処理装置 1 の入力側視環境変換回路 22 によって行われる、色順応モデルに基づく変換処理について詳細に説明する。なお、出力側視環境変換回路 24 では、以下に説明する色順応モデルに基づく変換処理の逆変換を行う。

【0032】

周囲光が存在する視環境においては、周囲光によって人間の目が影響を受けてしまい、画像の色の見え方が変化する。そこで、ここでは、色順応モデルに基づく変換処理を行い、周囲光が存在する視環境における画像の色の見え方の変化を補正する。換言すれば、色順応モデルに基づく変換処理は、周囲光が存在する視環境における画像に色の見え方の変化を補正するための変換処理である。

【0033】

そして、ここで用いる色順応モデルは、基本的には von Kries の順応モデルに基づいており、その処理段階を大きく分けると、(1) コントラスト補正、(2) 三刺激値から錐体の信号への変換、(3) 色順応の補正の 3 段階からなる。このうち、第 3 段階が最も重要な部分で、この段階は更に、(3. 1) 不完全順応の考慮と、(3. 2) 混合順応の考慮との 2 つの段階に分けることができる。そこで、以下、色順応モデルについて、これらの各段階を順を追って説明する。

【0034】

なお、以下に説明する色順応モデルに基づく変換処理、並びに後述するデバイス最適色空間への変換処理では、画像の視環境に関するパラメータがいくつか出てくるが、それらのパラメータは、第 1 及び第 2 の入力側センサ 12, 13 並びに第 1 及び第 2 の出力側センサ 15, 16 による検出結果から求めて用いる。

【0035】

すなわち、入力側視環境変換回路 22 による変換処理では、画像の視環境に関するパラメータを、画像表示装置 2 の画像表示面の光反射率等を第 1 の入力側センサ 12 で検出した結果と、画像表示装置 2 に表示された画像が観察されときの周囲光 L_2 を第 2 の入力側センサ 13 で検出した結果とから求めて用いる。同

様に、出力側視環境変換回路 24 による変換処理では、画像の視環境に関するパラメータを、プリンタ 3 によって画像が印刷されるプリント用紙 14 の全体輝度等を第 1 の出力側センサ 15 で検出した結果と、プリンタ 3 によって印刷された画像が観察されるとき周囲光 L_4 を第 2 の出力側センサ 16 で検出した結果とから求めて用いる。

【0036】

(1) コントラスト補正

色順応モデルに基づく変換処理を行うにあたっては、まず、コントラスト補正を行う。

【0037】

周囲光の輝度が高いと、画像表示装置 2 に表示される画像のコントラストが低下してしまう。これは主に、画像表示装置 2 の画像表示面が周囲光を反射することにより、黒が浮いてしまうことによる。CRT ディスプレイや液晶ディスプレイ等のような画像表示装置の殆どには光反射防止膜がついているが、画像表示面での光反射を完全に無くすことはできず、周囲光が存在する限り、画像表示面上で再現できる黒は、その反射光よりも暗くすることはできない。そして、CIELAB の式が意味するように、人間の視覚は暗い色に対して感度が良いために、黒が浮いてしまうと画像のコントラストが落ちてしまう。そこで、このような画像表示面による光反射を考慮に入れて、コントラスト補正を行う。

【0038】

まず、下記式 (1-1) に示すように、画像表示装置 2 に表示されていた画像の RGB 値が変換されてなる XYZ 値に、画像表示面における周囲光の反射をオフセットとして加え、これを $X' Y' Z'$ とする。なお、下記式 (1-1) では、 Y' の最大値が 1 になるように、下記式 (1-2) で表される Y'_{MW} で正規化を行っている。また、下記式 (1-1) 及び (1-2) において、 R_{bk} は画像表示面の反射率 (CRT ディスプレイの場合、通常 3~5%)、 $X_{PRD} Y_{PRD} Z_{PRD}$ は周囲光が完全拡散反射面に当たって反射したときの絶対輝度、 Y_{MW} はメディア (ここでは画像表示装置 2) の白色点の絶対輝度を表している。

【0039】

【数1】

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} = \frac{1}{Y'_{MW}} \cdot \left\{ \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} + R_{bk} \cdot \begin{bmatrix} X_{PRD} \\ Y_{PRD} \\ Z_{PRD} \end{bmatrix} \right\} \quad \dots (1-1)$$

ただし

$$Y'_{MW} = Y_{MW} + R_{bk} \cdot Y_{PRD} \quad \dots (1-2)$$

【0040】

なお、入力側デバイスが画像表示装置2の場合には、以上のようにコントラスト補正を行うことが望ましいが、入力側デバイスがイメージスキャナ等であり、処理の対象となる画像がハードコピー画像の場合には、コントラスト補正を行う必要がない。そのような場合には、下記式(1-3)に示すように、下記式(1-4)で表される Y'_{MW} での正規化だけを行い、これを $X' Y' Z'$ とする。なお、下記式(1-4)において、 Y_{Paper} は、メディアの白色点での絶対輝度を表している。すなわち、白い紙に印刷された画像をイメージスキャナで読み込むような場合、 Y_{Paper} は画像が印刷されていた紙の絶対輝度となる。

【0041】

【数2】

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X/Y'_{MW} \\ Y/Y'_{MW} \\ Z/Y'_{MW} \end{bmatrix} \quad \dots (1-3)$$

ただし

$$Y'_{MW} = Y_{Paper} \quad \dots (1-4)$$

【0042】

(2) 三刺激値から錐体の信号への変換

次に、三刺激値 (XYZ 値) から錐体の信号 (LMS 値) への変換を行う。この変換には行列を用いる。そして、この変換に用いる行列式としては、例えば次のようなものが挙げられる。

【0043】

(i) Hunt-Pointer-Estevéz変換

【0044】

【数3】

$$\begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.3897 & 0.6890 & -0.0787 \\ -0.2298 & 1.1834 & 0.0464 \\ 0.0 & 0.0 & 1.0000 \end{bmatrix}_E \begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} \dots (1-5)$$

【0045】

(ii) Bradford変換

【0046】

【数4】

$$\begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.8951 & 2.664 & -0.1614 \\ -0.7502 & 1.7135 & 0.0367 \\ 0.0389 & -0.0685 & 1.0296 \end{bmatrix}_E \begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} \dots (1-6)$$

【0047】

(iii) sRGB変換

【0048】

【数5】

$$\begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.2406 & -1.5372 & -0.4986 \\ -0.9689 & 1.8758 & 0.0415 \\ 0.0557 & -0.2040 & 1.0570 \end{bmatrix}_E \begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} \dots (1-7)$$

【0049】

なお、sRGB変換の式に用いる符号としては、LMSではなくsRGBを用いるべきだが、上記式(1-7)では、他の変換式と表記を統一するために、符号としてLMSを用いている。

【0050】

そして、三刺激値(XYZ値)から錐体の信号(LMS値)への変換を行う際

は、上記のような行列式の中から、画像の特性等に応じて最適な行列式を選択し、選択した行列式に基づいて、 $X' Y' Z'$ を LMS に変換する。

【0051】

なお、三刺激値 (XYZ 値) から錐体の信号 (LMS 値) への変換は必須ではなく、この変換は行わなくてもよい。この変換を行わなかった場合、以降の式では符号として $X' Y' Z'$ を用いるべきだが、ここでは、表記を統一するために、この変換を行わなかった場合も、符号には LMS を用いるものとする。

【0052】

(3) 色順応の補正

次に、周囲の視環境による色順応の補正を行う。

【0053】

人間の視覚は、ビデオカメラのホワイトバランス同様、光源が白に見えるように各錐体の感度を変化させており、各錐体の信号をその白色点の値で正規化している。ここでは、このような錐体の感度の変化に対応させるために、von Kries の順応モデルに基づいて、色順応の補正を行う。

【0054】

ところで、人間の視覚が光源の白色点に完全に順応しているとは限らない。そこで、本モデルでは、人間の視覚が順応しているであろう白色点（以下、順応白色点と称する。）に、光源の色度をそのまま用いるのではなく、以下に説明するように、順応白色点を不完全順応と混合順応とを考慮して決定する。

【0055】

(3. 1) 不完全順応の考慮

画像表示装置 2 に表示された画像を観察するとき、人間の視覚は画像表示面の白色点に順応しようとするが、たとえ暗室内で画像を観察したとしても、その白色点が標準照明光 D_{65} からかけ離れている場合、人間の視覚は画像表示面の白色点に完全に順応することはできない。特に、白色点の色度が標準照明光 D_{65} や標準照明光 E の色度から離れるほど、また、白色点の輝度が低いほど、順応は不完全となる。そこで、ここでは、このような不完全な順応を考慮した順応白色点（以下、不完全順応白色点と称する。）を求める。

【0056】

不完全順応白色点を求める方式には、例えば、(i) Hunt, R-LAB方式、(ii) 納谷方式、(iii) CIECAM97s方式等が挙げられる。これらの各方式を以下に示す。上記画像処理装置1では、これらの方式の中から、画像の特性等に応じて最適な方式を選択し、選択した方式に基づいて、不完全順応白色点を求める。

【0057】

なお、ここでは、不完全順応白色点のLMS値を $L'_{MW} M'_{MW} S'_{MW}$ とし、画像表示面の白色点の絶対輝度の三刺激値 $X_{MW} Y_{MW} Z_{MW}$ を正規化してLMS値に変換した値を $L_{MW} M_{MW} S_{MW}$ としている。また、 Y'_{MW} は、上記式(1-2)又は式(1-4)で表される絶対輝度 $[cd/m^2]$ である。

【0058】

(i) Hunt, R-LAB方式

【0059】

【数6】

$$\begin{bmatrix} L'_{MW} \\ M'_{MW} \\ S'_{MW} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/p_L & 0 & 0 \\ 0 & 1/p_M & 0 \\ 0 & 0 & 1/p_S \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L_{MW} \\ M_{MW} \\ S_{MW} \end{bmatrix} \quad \dots (1-8)$$

ただし

$$\left. \begin{aligned} p_L &= (1+Y'_{MW}{}^{1/3} + l_E) / (1+Y'_{MW}{}^{1/3} + 1/l_E) \\ p_M &= (1+Y'_{MW}{}^{1/3} + m_E) / (1+Y'_{MW}{}^{1/3} + 1/m_E) \\ p_S &= (1+Y'_{MW}{}^{1/3} + s_E) / (1+Y'_{MW}{}^{1/3} + 1/s_E) \end{aligned} \right\} \dots (1-9)$$

$$\left. \begin{aligned} l_E &= 3 \cdot \bar{L}_{MW} / (\bar{L}_{MW} + \bar{M}_{MW} + \bar{S}_{MW}) \\ m_E &= 3 \cdot \bar{M}_{MW} / (\bar{L}_{MW} + \bar{M}_{MW} + \bar{S}_{MW}) \\ s_E &= 3 \cdot \bar{S}_{MW} / (\bar{L}_{MW} + \bar{M}_{MW} + \bar{S}_{MW}) \end{aligned} \right\} \dots (1-10)$$

【0060】

(ii)納谷方式

【0061】

【数7】

$$\begin{bmatrix} L'_{MW} \\ M'_{MW} \\ S'_{MW} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/p'_L & 0 & 0 \\ 0 & 1/p'_M & 0 \\ 0 & 0 & 1/p'_S \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L_{MW} \\ M_{MW} \\ S_{MW} \end{bmatrix} \quad \dots (1-11)$$

ただし

$$\left. \begin{aligned} p'_L &= p_L \times K \\ p'_M &= p_M \times K \\ p'_S &= p_S \times K \\ k &= 0.3710(L_{MW}/p_L) + 0.6291(M_{MW}/p_M) \end{aligned} \right\} \dots (1-12)$$

$$\left. \begin{aligned} p_L &= (1+Y'_{MW}{}^{1/3} + l_E) / (1+Y'_{MW}{}^{1/3} + 1/l_E) \\ p_M &= (1+Y'_{MW}{}^{1/3} + m_E) / (1+Y'_{MW}{}^{1/3} + 1/m_E) \\ p_S &= (1+Y'_{MW}{}^{1/3} + s_E) / (1+Y'_{MW}{}^{1/3} + 1/s_E) \end{aligned} \right\} \dots (1-13)$$

$$\left. \begin{aligned} l_E &= 3 \cdot \bar{L}_{MW} / (\bar{L}_{MW} + \bar{M}_{MW} + \bar{S}_{MW}) \\ m_E &= 3 \cdot \bar{M}_{MW} / (\bar{L}_{MW} + \bar{M}_{MW} + \bar{S}_{MW}) \\ s_E &= 3 \cdot \bar{S}_{MW} / (\bar{L}_{MW} + \bar{M}_{MW} + \bar{S}_{MW}) \end{aligned} \right\} \dots (1-14)$$

【0062】

(iii)CIECAM97sで用いられているDファクターの考え方を導入した方式

【0063】

【数8】

$$\left. \begin{aligned} L'_{MW} &= \frac{L_{MW}}{D + L_{MW}(1-D)} \\ M'_{MW} &= \frac{M_{MW}}{D + M_{MW}(1-D)} \\ S'_{MW} &= \frac{S_{MW}}{D + S_{MW}(1-D)} \end{aligned} \right\} \dots (1-14)$$

$$\left. \begin{aligned} &\text{ただし} \\ D &= F - F/[1 + 2(L_A^{1/4}) + (L_A^2/300)] \\ L_A &= Y'_{MW}/5 \\ F &= \text{const.} \end{aligned} \right\} \dots (1-15)$$

【0064】

上記式(1-15)において、Fは視環境によって定まる定数であり、例えば、通常の明るい視環境の場合には $F=1.0$ とし、周囲光の少ない薄暗い視環境の場合には $F=0.9$ とし、周囲光の無い暗い視環境の場合には $F=0.9$ とし、画像が透明な紙に印刷されている場合には $F=0.9$ とする。また、実際のCI ECAM97s方式では、 S'_{NW} に非線形のべき乗パラメータが必要であるが、上記式(1-14)では、簡便ために省いている。ただし、このべき乗パラメータを考慮するようにしてもよい。

【0065】

なお、入力側デバイスが画像表示装置2の場合には、以上のように不完全順応を考慮した方が望ましいが、入力側デバイスがイメージスキャナ等であり、処理の対象となる画像がハードコピー画像の場合には、不完全順応を考慮する必要はない。そのような場合には、下記式(1-16)に示すように、メディアの白色点の絶対輝度の三刺激値 $X_{MW} Y_{MW} Z_{MW}$ を正規化してLMS値に変換した値 $L_{MW} M_{MW} S_{MW}$ を、そのまま $L'_{MW} M'_{MW} S'_{MW}$ とすればよい。

【0066】

【数9】

$$\begin{bmatrix} L'_{MW} \\ M'_{MW} \\ S'_{MW} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_{MW} \\ M_{MW} \\ S_{MW} \end{bmatrix} \quad \dots (1-16)$$

【0067】

(3. 2) 混合順応の考慮

画像表示装置2に表示されている画像（ソフトコピー画像）を観察する場合、暗室で見るとは殆ど無く、一般的なオフィスでは約4150Kの相関色温度（CCT）をもつ蛍光灯のもとで見ることが多い。一方、画像表示装置2として広く使用されているCRTディスプレイの場合、その白色点の相関色温度は約9300Kである。したがって、ソフトコピー画像の場合、メディア（すなわち画像表示装置2）の白色点と、周囲光の色温度とが異なっているのが普通である。

【0068】

一方、紙等の記録媒体に印刷された画像（ハードコピー画像）の場合、記録媒体としては白い紙が使われることが多いが、新聞紙等のように黄色みがかかった紙が使われることもあり得る。そして、記録媒体が完全な白でない場合、記録媒体の白色点は、周囲光の白とは異なるものとなる。すなわち、ハードコピー画像の場合も、メディア（すなわち紙等の記録媒体）の白色点と、周囲光の色温度とが異なっている場合があり得る。

【0069】

このように、ソフトコピー画像の場合も、ハードコピー画像の場合も、メディアの白色点と周囲光の色温度とが異なっている場合があり得るが、メディアの白色点と周囲光の色温度とが異なっている場合、人間の視覚は両者に部分的に順応しているものと考えられる。そこで、実際に人間の視覚が順応している白色点は両者の間にあるものとして、人間の視覚がメディアの白色点に順応している割合を順応率 R_{adp} とおき、実際に順応している白色点のLMS値（ $L''_{MW} M''_{MW} S''_{MW}$ ）を、下記式（1-17）及び式（1-18）のように定義する。

【0070】

【数10】

$$\left. \begin{aligned} L''_{MW} &= R_{adp} \cdot \left[\frac{Y'_{MW}}{Y_{adp}} \right]^{1/3} \cdot L'_{MW} + (1-R_{adp}) \cdot \left[\frac{Y_{PRD}}{Y_{adp}} \right]^{1/3} \cdot L_{PRD} \\ M''_{MW} &= R_{adp} \cdot \left[\frac{Y'_{MW}}{Y_{adp}} \right]^{1/3} \cdot M'_{MW} + (1-R_{adp}) \cdot \left[\frac{Y_{PRD}}{Y_{adp}} \right]^{1/3} \cdot M_{PRD} \\ S''_{MW} &= R_{adp} \cdot \left[\frac{Y'_{MW}}{Y_{adp}} \right]^{1/3} \cdot S'_{MW} + (1-R_{adp}) \cdot \left[\frac{Y_{PRD}}{Y_{adp}} \right]^{1/3} \cdot S_{PRD} \end{aligned} \right\} \dots (1-17)$$

$$\text{ただし } Y_{adp} = \{ R_{adp} \cdot Y'^{1/3}_{MW} + (1-R_{adp}) \cdot Y'^{1/3}_{PRD} \}^3 \dots (1-18)$$

【0071】

なお、上記式(1-17)及び式(1-18)において、 $L_{PRD} M_{PRD} S_{PRD}$ は、周囲光が完全拡散反射面(Perfect Reflecting Diffuser)に当たって反射したときの絶対輝度の三刺激値 $X_{PRD} Y_{PRD} Z_{PRD}$ を正規化して LMS 値に変換した値である。また、 Y'_{MW} は、メディアの白色点の絶対輝度(メディアが画像表示装置2の場合には画像表示面での光反射を考慮した絶対輝度)である。すなわち、例えば、メディアが画像表示装置2の場合、 Y'_{MW} は画像表示面の白色点の絶対輝度であり、メディアが白い紙の場合、 Y'_{MW} はその紙の絶対輝度となる。

【0072】

なお、上記式(1-17)及び式(1-18)では、周囲光が完全拡散反射面に当たって反射したときの絶対輝度と、メディアの白色点の絶対輝度とが異なっている場合を考慮して、重みづけ係数として、 $(Y'_{NW}/Y_{adp})^{1/3}$ 、 $(Y'_{PRD}/Y_{adp})^{1/3}$ を導入している。

【0073】

上記式(1-17)及び式(1-18)において、順応率 R_{adp} は、通常的环境下では0.4~0.7程度とすることが好ましく、具体的には例えば、 $R_{adp} = 0.6$ とする。なお、順応率 R_{adp} が1.0というのは、人間の視覚がメディアに100%順応し、周囲光の影響を受けていない状態に相当する。すなわち、

メディアが画像表示装置 2 であり、人間の視覚が当該画像表示装置 2 に 100% 順応し、周囲光の影響を受けていない状態の場合や、メディアが紙等の記録媒体であり、人間の視覚が当該記録媒体に 100% 順応し、周囲光の影響を受けていない状態の場合には、順応率 R_{adp} を 1.0 とする。これは、概念的には、CIE LAB を合わせているのと同等である。逆に、順応率 R_{adp} が 0.0 というのは、人間の視覚が周囲光に 100% 順応している状態に相当し、これは、概念的には、CIE XYZ を合わせているのと同等となる。

【0074】

(3. 3) von Kries の順応モデルに基づく色順応の補正

以上のように不完全順応及び混合順応を考慮して順応白色点が求まったら、その順応白色点 ($L''_{\text{MW}} M''_{\text{MW}} S''_{\text{MW}}$) を、下記式 (1-19) に示すように、von Kries の順応則に代入し、色順応の補正を行う。これにより、視環境に依存しない LMS 色空間における LMS 値 ($L_S M_S S_S$) が得られる。なお、下記式 (1-19) において、右辺の LMS は、上述した「(2) 三刺激値から錐体の信号への変換」によって得られた値である。

【0075】

【数 11】

$$\begin{bmatrix} L_S \\ M_S \\ S_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/L''_{\text{MW}} & 0 & 0 \\ 0 & 1/M''_{\text{MW}} & 0 \\ 0 & 0 & 1/S''_{\text{MW}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix} \cdots (1-19)$$

【0076】

そして、上記画像処理装置 1 の入力側視環境変換回路 22 は、以上のように色順応モデルに基づく変換処理を行うことで、入力側コンバータ 21 から受け取った XYZ 値を、視環境に依存しない LMS 色空間における LMS 値 ($L_S M_S S_S$) に変換する。なお、上記画像処理装置 1 の出力側視環境変換回路 24 では、以上のように色順応モデルに基づく変換処理の逆変換を行うこととなる。

【0077】

4. デバイス最適色空間への変換処理

つぎに、上記画像処理装置 1 の入力側視環境変換回路 22 によって行われる、デバイス最適色空間への変換処理について詳細に説明する。

【0078】

ここで、デバイス最適色空間への変換処理は、黒順応補正を考慮して行う。黒順応補正は、メディアの最暗点の三刺激値が異なっている場合にも、色の見え方がほぼ同じとなるようにするための補正である。例えば、あるメディアの色域から他のメディアの色域へと画像を変換するにあたり、それぞれのメディアの最暗点の三刺激値が異なっている場合、単純に変換したのでは、人間の目の黒への順応の違いのため、色の見え方が異なるものとなる。そこで、ここでは黒順応補正を行い、それぞれのメディアの最暗点の三刺激値が異なっている場合にも、色の見え方がほぼ同じとなるように補正する。

【0079】

すなわち、図 3 に示すように、入力側デバイスの色域から出力側デバイスの色域へ画像を変換するにあたり、デバイス最適色空間に一旦変換して黒順応補正を行う。なお、周囲光があると人間の視覚がその影響を受けるため、出力側デバイスにより画像を出力したとき、周囲光がある場合の色域 S_1 と、周囲光が無い場合の色域 S_2 とは、異なるものとなる。

【0080】

なお、黒順応補正は、以下に説明するように、メディアの最も暗い点の XYZ 値（すなわち黒色点の XYZ 値）と、メディアの最も明るい点の XYZ 値（すなわち白色点の XYZ 値）とを用いて行う。

【0081】

このような黒順応補正を考慮してデバイス最適色空間への変換を行うにあたっては、先ず、上記式（1-19）により得られた LMS 値（ $L_S M_S S_S$ ）を、下記式（2-1）に示すように、 XYZ 色空間における値（ $X_S Y_S Z_S$ ）に変換する。

【0082】

【数12】

$$\begin{bmatrix} X_S \\ Y_S \\ Z_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.9102 & -1.1122 & 0.2019 \\ 0.3709 & 0.6291 & 0.0000 \\ 0.0 & 0.0 & 1.0000 \end{bmatrix}_E \begin{bmatrix} L_S \\ M_S \\ S_S \end{bmatrix} \cdots (2-1)$$

【0083】

次に、人間が最も黒く感じるであろう黒色点の $X_{S,K} Y_{S,K} Z_{S,K}$ を、下記式(2-2)に示すように定義する。これが黒順応補正である。

【0084】

【数13】

$$\left. \begin{aligned} X_{S,K}^{1/3} &= K_{\text{adp}} \cdot X_{S,MK}^{1/3} + (1-K_{\text{adp}}) \cdot X_{PK}^{1/3} \\ Y_{S,K}^{1/3} &= K_{\text{adp}} \cdot Y_{S,MK}^{1/3} + (1-K_{\text{adp}}) \cdot Y_{PK}^{1/3} \\ Z_{S,K}^{1/3} &= K_{\text{adp}} \cdot Z_{S,MK}^{1/3} + (1-K_{\text{adp}}) \cdot Z_{PK}^{1/3} \end{aligned} \right\} \cdots (2-2)$$

【0085】

なお、上記式(2-2)において、 $X_{S,MK} Y_{S,MK} Z_{S,MK}$ は、メディアの黒色点の三刺激値である。また、 $X_{PK} Y_{PK} Z_{PK}$ は、完全な黒から反射される三刺激値であり、これらは理想的には0になるはずである。また、 K_{adp} は、人間の目の黒への順応率を表しており、0～1の範囲の値となる。ここで、図4に、メディアの色域と、黒への順応率 K_{adp} との関係を示す。ここでは、このような順応率 K_{adp} を導入することで、黒順応補正を行う。

【0086】

上述のように、 $X_{PK} Y_{PK} Z_{PK}$ は、完全な黒から反射される三刺激値であり、これらは理想的には0になるはずである。したがって、下記式(2-3)が成り立つ。

【0087】

【数14】

$$X_{PK} = Y_{PK} = Z_{PK} = 0 \cdots (2-3)$$

【0088】

したがって、上記式(2-2)は、下記式(2-4)に示すようになる。

【0089】

【数15】

$$\left. \begin{aligned} X_{S,K}^{1/3} &= K_{\text{adp}} \cdot X_{S,MK}^{1/3} \\ Y_{S,K}^{1/3} &= K_{\text{adp}} \cdot Y_{S,MK}^{1/3} \\ Z_{S,K}^{1/3} &= K_{\text{adp}} \cdot Z_{S,MK}^{1/3} \end{aligned} \right\} \dots (2-4)$$

【0090】

次に、上記式(2-4)で表される黒順応補正後の黒色点のXYZ値($X_{S,K}$, $Y_{S,K}$, $Z_{S,K}$)を用いて、デバイスのダイナミックレンジに対応した色空間であるデバイス最適色空間を定義する。具体的には、デバイス最適色空間は、下記式(2-5)に示すように、上記式(2-4)で表される黒順応補正後の黒色点のXYZ値($X_{S,K}$, $Y_{S,K}$, $Z_{S,K}$)と、順応白色点のXYZ値($X=Y=Z=1$)とを結び、べき乗した関数として定義する。そして、下記式(2-5)に基づいて、上記式(2-1)により得られたXYZ値(X_S , Y_S , Z_S)を、デバイスのダイナミックレンジに対応したデバイス最適色空間におけるXYZ値(X_{OP} , Y_{OP} , Z_{OP})に変換する。

【0091】

【数16】

$$\left. \begin{aligned} X_{OP}^{1/3} &= \left[\frac{(X_S)^{1/3} - (X_{S,K})^{1/3}}{1 - (X_{S,K})^{1/3}} \right]^{\gamma_X} \\ Y_{OP}^{1/3} &= \left[\frac{(Y_S)^{1/3} - (Y_{S,K})^{1/3}}{1 - (Y_{S,K})^{1/3}} \right]^{\gamma_Y} \\ Z_{OP}^{1/3} &= \left[\frac{(Z_S)^{1/3} - (Z_{S,K})^{1/3}}{1 - (Z_{S,K})^{1/3}} \right]^{\gamma_Z} \end{aligned} \right\} \dots (2-5)$$

【0092】

ここで、上記式(2-5)で表される関数の一例をグラフ化したものを図5に示す。なお、図5において、縦軸はデバイス最適色空間におけるY値($Y_{OP}^{1/3}$)であり、横軸はデバイス最適色空間に変換する前の色空間におけるY値($Y_S^{1/3}$)である。図5に示すように、 $K_{adp}=0$ の場合(すなわち、黒順応補正を行わない場合)、デバイス最適色空間は、ダイナミックレンジの一部だけしか使っておらず、非常に縮んだ空間になっているが、 $0 < K_{adp}$ とすることにより、使用するデバイス最適色空間が広がる。特に、 $K_{adp}=1.0$ の場合には、デバイス最適色空間は黒順応に完全に対応した空間となり、このときのデバイス最適色空間は、ダイナミックレンジの全体を使った空間となる。

【0093】

なお、上記式(2-5)におけるべき乗パラメータ γ_x 、 γ_y 、 γ_z はそれぞれ、下記式(2-6)に示すように、 $X_{S,K}$ 、 $Y_{S,K}$ 、 $Z_{S,K}$ の関数とする。

【0094】

【数17】

$$\left. \begin{aligned} \gamma_x &= f(X_{S,K}) \\ \gamma_y &= f(Y_{S,K}) \\ \gamma_z &= f(Z_{S,K}) \end{aligned} \right\} \cdots (2-6)$$

【0095】

発明者が視感実験を行った結果、これらのべき乗パラメータ γ_x 、 γ_y 、 γ_z はそれぞれ、 $X_{S,K}$ 、 $Y_{S,K}$ 、 $Z_{S,K}$ が0の場合には1とし、 $X_{S,K}$ 、 $Y_{S,K}$ 、 $Z_{S,K}$ が0より大きい場合には、1より大きく且つ単調増加することが好ましいことが確認された。したがって、これらのべき乗パラメータ γ_x 、 γ_y 、 γ_z はそれぞれ、 $X_{S,K}$ 、 $Y_{S,K}$ 、 $Z_{S,K}$ が0の場合には1となり、 $X_{S,K}$ 、 $Y_{S,K}$ 、 $Z_{S,K}$ が0より大きい場合には、1より大きく且つ単調増加となる関数として定義することが好ましい。このような関数の具体例を図6に示す。なお、図6では、 $\gamma_y = f(Y_{S,K})$ について、第1の例A1と第2の例A2とをグラフ化して示している。

【0096】

以上のように、上記画像処理装置1の入力側視環境変換回路22は、黒順応補正を考慮してデバイス最適色空間への変換処理を行うことで、上述した「3. 色順応モデルに基づく変換処理」により得られた LMS 値($L_S M_S S_S$)を、デバイスのダイナミックレンジに対応したデバイス最適色空間における XYZ 値($X_{OP} Y_{OP} Z_{OP}$)に変換する。

【0097】

5. デバイス最適色空間への変換以降の処理

上述した「4. デバイス最適色空間への変換処理」で得られた XYZ 値($X_{OP} Y_{OP} Z_{OP}$)は、画像編集処理回路23に送られ、画像編集処理回路23により、色域圧縮等の画像編集処理が施される。この画像編集処理では、先ず、 $X_{OP} Y_{OP} Z_{OP}$ 値を $L_S^* a_S^* b_S^*$ 値に変換する。この変換は、例えば、下記式(2-7)に示すように行う。

【0098】

【数18】

$$\left. \begin{aligned} L_S^* &= 116 \cdot (Y_{OP})^{1/3} - 16 \\ a_S^* &= 500 \cdot \{ (X_{OP})^{1/3} - (Y_{OP})^{1/3} \} \\ b_S^* &= 200 \cdot \{ (Y_{OP})^{1/3} - (Z_{OP})^{1/3} \} \\ C_S^* &= \sqrt{(a_S^*)^2 + (b_S^*)^2} \\ h_S^* &= \tan^{-1} \left(\frac{b_S^*}{a_S^*} \right) \end{aligned} \right\} \dots (2-7)$$

【0099】

そして、画像編集処理回路23は、このようにして得られた $L_S^* a_S^* b_S^*$ 値に対して色域圧縮等の画像編集処理を施す。その後、画像編集処理回路23は、画像編集処理が施された $L_S^* a_S^* b_S^*$ 値を、デバイス最適色空間における $X_{OP} Y_{OP} Z_{OP}$ 値に改めて変換し、当該 $X_{OP} Y_{OP} Z_{OP}$ 値を出力側視環境変換回路24へ送る。なお、ここでの画像編集処理は、本発明において必須ではなく、行わなくてもよい。

【0100】

次に、出力側視環境変換回路 24 に送られた $X_{OP} Y_{OP} Z_{OP}$ 値は、出力側コンバータ 25 を介して出力側デバイスへ出力される訳であるが、このとき、入力側デバイスから出力側デバイスへデバイス最適色空間を通して出力するために、出力側のデバイス最適色空間が必要になる。ここで、入力側デバイス最適色空間と出力側デバイス最適色空間は等式で結ばれるので、下記式 (2-8) が成り立つ。なお、下記式 (2-8) 以降の式において、各符号に付された添え字の IN は、入力側デバイスに関する値であることを示しており、添え字の OUT は、出力側デバイスに関する値であることを示している。

【0101】

【数 19】

$$\left. \begin{aligned} (X_{OUT,OP})^{1/3} &= (X_{IN,OP})^{1/3} \\ (Y_{OUT,OP})^{1/3} &= (Y_{IN,OP})^{1/3} \\ (Z_{OUT,OP})^{1/3} &= (Z_{IN,OP})^{1/3} \end{aligned} \right\} \dots (2-8)$$

【0102】

デバイス最適色空間は、上記式 (2-5) のように表されるので、上記式 (2-8) は下記式 (2-9) のように置き換えることができる。

【0103】

【数 20】

$$\left. \begin{aligned} \left[\frac{(X_{S,OUT})^{1/3} - (X_{S,OUT,K})^{1/3}}{1 - (X_{S,OUT,K})^{1/3}} \right]^{Y_{X,OUT}} &= \left[\frac{(X_{S,IN})^{1/3} - (X_{S,IN,K})^{1/3}}{1 - (X_{S,IN,K})^{1/3}} \right]^{Y_{X,IN}} \\ \left[\frac{(Y_{S,OUT})^{1/3} - (Y_{S,OUT,K})^{1/3}}{1 - (Y_{S,OUT,K})^{1/3}} \right]^{Y_{Y,OUT}} &= \left[\frac{(Y_{S,IN})^{1/3} - (Y_{S,IN,K})^{1/3}}{1 - (Y_{S,IN,K})^{1/3}} \right]^{Y_{Y,IN}} \\ \left[\frac{(Z_{S,OUT})^{1/3} - (Z_{S,OUT,K})^{1/3}}{1 - (Z_{S,OUT,K})^{1/3}} \right]^{Y_{Z,OUT}} &= \left[\frac{(Z_{S,IN})^{1/3} - (Z_{S,IN,K})^{1/3}}{1 - (Z_{S,IN,K})^{1/3}} \right]^{Y_{Z,IN}} \end{aligned} \right\} \dots (2-9)$$

【0104】

上記式(2-9)を整理することにより、下記式(2-10)が得られる。

【0105】

【数21】

$$\left. \begin{aligned} (X_{S,OUT})^{1/3} &= (1 - (X_{S,OUT,K})^{1/3}) \cdot \left[\frac{(X_{S,IN})^{1/3} - (X_{S,IN,K})^{1/3}}{1 - (X_{S,IN,K})^{1/3}} \right]^{Y_{X,IN}/Y_{X,OUT}} + (X_{S,OUT,K})^{1/3} \\ (Y_{S,OUT})^{1/3} &= (1 - (Y_{S,OUT,K})^{1/3}) \cdot \left[\frac{(Y_{S,IN})^{1/3} - (Y_{S,IN,K})^{1/3}}{1 - (Y_{S,IN,K})^{1/3}} \right]^{Y_{Y,IN}/Y_{Y,OUT}} + (Y_{S,OUT,K})^{1/3} \\ (Z_{S,OUT})^{1/3} &= (1 - (Z_{S,OUT,K})^{1/3}) \cdot \left[\frac{(Z_{S,IN})^{1/3} - (Z_{S,IN,K})^{1/3}}{1 - (Z_{S,IN,K})^{1/3}} \right]^{Y_{Z,IN}/Y_{Z,OUT}} + (Z_{S,OUT,K})^{1/3} \end{aligned} \right\} \dots (2-10)$$

【0106】

上記式(2-10)より、出力側の $X_S Y_S Z_S$ 値が求まる。そして、この $X_S Y_S Z_S$ 値を、上記式(2-1)の逆変換により、視環境に依存しないLMS色空間における $L_S M_S S_S$ 値に改めて変換する。その後、当該 $L_S M_S S_S$ 値に対して、上述した色順応モデルに基づく変換処理の逆変換を施し、 XYZ 値に改めて変換する。出力側視環境変換回路24は、以上のようにして、 $X_{OP} Y_{OP} Z_{OP}$ 値を $L_S M_S S_S$ 値に変換し、更に当該 $L_S M_S S_S$ 値を XYZ 値に変換する。そして、出力側視環境変換回路24は、この XYZ 値を出力側コンバータ25へ送る。

【0107】

最後に出力側コンバータ25は、出力側視環境変換回路24から送られてきた XYZ 値を、出力側デバイスプロファイに基づいて、CMY値に変換する。そして、出力側コンバータ25は、このCMY値をプリンタ3へ出力する。

【0108】

以上のように、人間の視覚の黒への順応の違いを考慮して、各デバイスにおける画像の色の見え方がほぼ同じとなるように黒順応補正を行うことで、各デバイスの最暗点が異なっても、各デバイスにおける画像の色の見え方がほぼ同じとなるようにすることができる。すなわち、上記画像処理装置1の場合には、画

像表示装置 2 に表示されていた画像の見え方と、当該画像を取り込んでプリンタ 3 に出力したときの画像の見え方とが、それぞれの最暗点の違いに関わらず、ほぼ同じとなるようにすることができる。

【0109】

6. その他の実施の形態

図 1 に示した例では、画像変換処理に必要な、画像の視環境に関するパラメータを、第 1 及び第 2 の入力側センサ 12, 13 並びに第 1 及び第 2 の出力側センサ 15, 16 を用いて求めるようにしたが、これらのパラメータは、画像処理装置 1 に直接入力するようにしてもよい。

【0110】

画像の視環境に関するパラメータを直接入力するようにした画像処理装置の構成例を図 7 に示す。なお、図 7 に示す画像表示装置 51 において、図 1 に示した画像表示装置 1 と同様に構成される部分については、図 1 と同じ同符号を付している。

【0111】

図 7 に示すように、この画像処理装置 51 は、図 1 に示した画像処理装置 1 におけるセンサ 12, 13, 15, 16 の代わりに、入力側視環境変換回路 22 に接続されたパラメータ設定回路 52 と、出力側視環境変換回路 24 に接続されたパラメータ設定回路 53 とを備えている。

【0112】

この画像処理装置 51 では、入力側視環境変換回路 22 に接続されたパラメータ設定回路 52 を介して、入力側視環境変換回路 22 による画像変換処理に必要なパラメータを入力し、当該パラメータに基づいて、入力側視環境変換回路 22 による画像変換処理を行う。また、出力側視環境変換回路 24 に接続されたパラメータ設定回路 53 を介して、出力側視環境変換回路 24 による画像変換処理に必要なパラメータを入力し、当該パラメータに基づいて、出力側視環境変換回路 24 による画像変換処理を行う。

【0113】

このように画像の視環境に関するパラメータをパラメータ設定回路 52, 53

から直接入力する場合には、例えば図 8 に示すような、グラフィカル・ユーザ・インターフェースを採用した操作画面を用いることが好ましい。

【0114】

図 8 に示した操作画面は、パラメータ設定回路 52 によりパラメータを設定するときに用いる操作画面の例であり、この操作画面では、室内灯の色度 (Light Source) と、室内灯の輝度 (Surround Luminance) と、画像表示装置 2 の輝度 (Monitor Luminance) とを、複数の選択肢から選択することで設定できるようになっている。なお、図 8 の例は、室内灯の色度については「F6」、室内灯の輝度については「暗い (Dark)」、画像表示装置 2 の輝度については「普通 (Mid)」が、各々選択された状態を示している。

【0115】

そして、パラメータ設定回路 52 には、これらの複数の選択肢に対応するように、画像の視環境に関するパラメータが記憶されており、パラメータ設定回路 52 は、選択された選択肢に対応したパラメータを読み出し、当該パラメータを入力側視環境変換回路 22 に供給する。すなわち、図 8 の例の場合には、室内灯の色度「F6」、室内灯の輝度「暗い (Dark)」、画像表示装置 2 の輝度「普通 (Mid)」に各々対応したパラメータが、パラメータ設定回路 52 から入力側視環境変換回路 22 に送られ、入力側視環境変換回路 22 は、それらのパラメータに基づいて、画像変換処理を行う。

【0116】

また、図 1 に示した例では、入力側デバイスを画像表示装置 2、出力側デバイスをプリンタ 3 としたが、上述したように、これらのデバイスは、図 1 に示した例に限定されるものではない。すなわち、例えば、図 9 に示すように、入力側デバイスをイメージスキャナ 62 とし、出力側デバイスを画像表示装置 63 としてもよい。なお、図 9 に示す画像表示装置 61 において、図 1 に示した画像表示装置 1 と同様に構成される部分については、図 1 と同じ同符号を付している。

【0117】

図 9 に示す画像処理装置 61 において、第 1 の入力側センサ 12 は、イメージスキャナ 62 によって読み込む画像が印刷されたプリント用紙 64 からの光 L_5

を検出してプリント用紙 64 の全体輝度等を検出し、第 2 の入力側センサ 13 は、プリント用紙 64 に印刷された画像が観察されるとき周囲光 L_6 を検出する。また、第 1 の出力側センサ 15 は、画像表示装置 63 からの光 L_7 を検出して画像表示面の光反射率等を検出し、第 2 の出力側センサ 16 は、画像表示装置 2 に表示された画像が観察されるとき周囲光 L_8 を検出する。

【0118】

また、本発明は、図 1 や図 9 に示したような構成例に限らず、例えば、図 10 に示すようなコンピュータシステムとして実現することも可能である。

【0119】

図 10 に示すコンピュータシステム 71 は、中央演算処理装置 (CPU) 72 と、システムコントローラ 73 と、キャッシュメモリ 74 と、ランダムアクセスメモリ 75 と、外部記憶制御部 76 と、入力制御部 77 と、画像データ入出力制御部 78 と、ビデオコントローラ 79 と、センサ制御部 80 と、通信制御部 81 とを備えており、これらがバス 82 に接続されてなる。

【0120】

外部記憶制御部 76 は、外部記憶装置とのインターフェースを司るためのものであり、この外部記憶制御部 76 には、例えば、ハードディスク装置 83 や CD-ROM 駆動装置 84 が接続される。

【0121】

入力制御部 77 は、入力装置とのインターフェースを司るためのものであり、この入力制御部 77 には、例えば、キーボード 85 やマウス型ポインティングデバイス 86 が接続される。

【0122】

画像データ入出力制御部 78 は、画像データを取り扱うデバイスとのインターフェースを司るためのものであり、この画像データ入出力制御部 78 には、例えば、イメージスキャナ 87 やプリンタ 88 が接続される。

【0123】

ビデオコントローラ 79 は、画像表示装置とのインターフェースを司るためのものであり、このビデオコントローラ 79 には、例えば、CRT ディスプレイ 8

9が接続される。

【0124】

センサ制御部80は、外部センサとのインターフェースを司るためのものであり、このセンサ制御部80には、例えば、上記画像処理装置1における第1及び第2の入力センサ12、13並びに第1及び第2の出力センサ15、16に相当する各種センサ90が接続される。

【0125】

通信制御部81は、通信装置とのインターフェースを司るためのものであり、この通信制御部81には、例えば、モデム91やハブ92が接続される。すなわち、このコンピュータシステム71は、例えば、通信制御部81に接続されたモデム91を介して電話回線に接続したり、或いは、通信制御部81に接続されたハブ92を介して所定のネットワークに接続したりすることが可能となっている。

【0126】

コンピュータシステム71では、上記画像処理装置1の画像処理部11における画像処理と同様な処理を、システムコントローラ73の制御のもとでキャッシュメモリ74及びランダムアクセスメモリ75を用いて、CPU72により行う。

【0127】

すなわち、このコンピュータシステム71は、画像データ入出力制御部78やビデオコントローラ79を用いて入力側デバイス（イメージスキャナ87など）から画像を取り込み、当該画像のデータに対して、上記画像処理装置1の画像処理部11における画像処理と同様な処理をCPU72により行い、画像処理を施したデータを、画像データ入出力制御部78やビデオコントローラ79を介して出力側デバイス（プリンタ88やCRTディスプレイ89など）に出力する。

【0128】

このようなコンピュータシステム71でも、上記画像処理装置1と同様に、CPU72で画像処理を行うときに、人間の視覚の黒への順応の違いを考慮して、各デバイスにおける画像の色の見え方がほぼ同じとなるように黒順応補正を行う。

ことで、各デバイスの最暗点が異なっても、各デバイスにおける画像の色の見え方がほぼ同じとなるようにすることができる。

【0129】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明では、画像を取り扱うデバイスの最暗点が各デバイス毎に異なっている場合に、人間の視覚の黒への順応の違いを考慮して、各デバイスにおける画像の色の見え方がほぼ同じとなるように画像データを補正するようにしている。したがって、各デバイスの最暗点が異なっても、各デバイスにおける画像の色の見え方がほぼ同じとなるようにすることができる。すなわち、本発明によれば、人間の視覚の黒への順応性までも考慮して、異種デバイス間においてカラー画像を同じ色で再現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明を適用した画像処理装置の一構成例を示す図である。

【図2】

上記画像処理装置による画像処理の流れを説明するための図である。

【図3】

デバイス最適色空間を介して入力側デバイスの色域から出力側デバイスの色域へ画像を変換する処理を説明するための図である。

【図4】

メディアの色域と黒への順応率 K_{adp} との関係を示す図である。

【図5】

デバイス最適色空間におけるY値($Y_{OP}^{1/3}$)と、デバイス最適色空間に変換する前の色空間におけるY値($Y_S^{1/3}$)との関係について、順応率 K_{adp} をパラメータとして示す図である。

【図6】

関数 $r_Y = f(Y_{S,K})$ の具体例を示す図である。

【図7】

本発明を適用した画像処理装置の他の構成例を示す図である。

【図 8】

画像の視環境に関するパラメータを設定する際に用いる操作画面の一例を示す図である。

【図 9】

本発明を適用した画像処理装置の他の構成例を示す図である。

【図 10】

本発明をコンピュータシステムにより実施する場合の構成例を示す図である。

【図 11】

従来の画像処理装置の概略構成を示す図である。

【図 12】

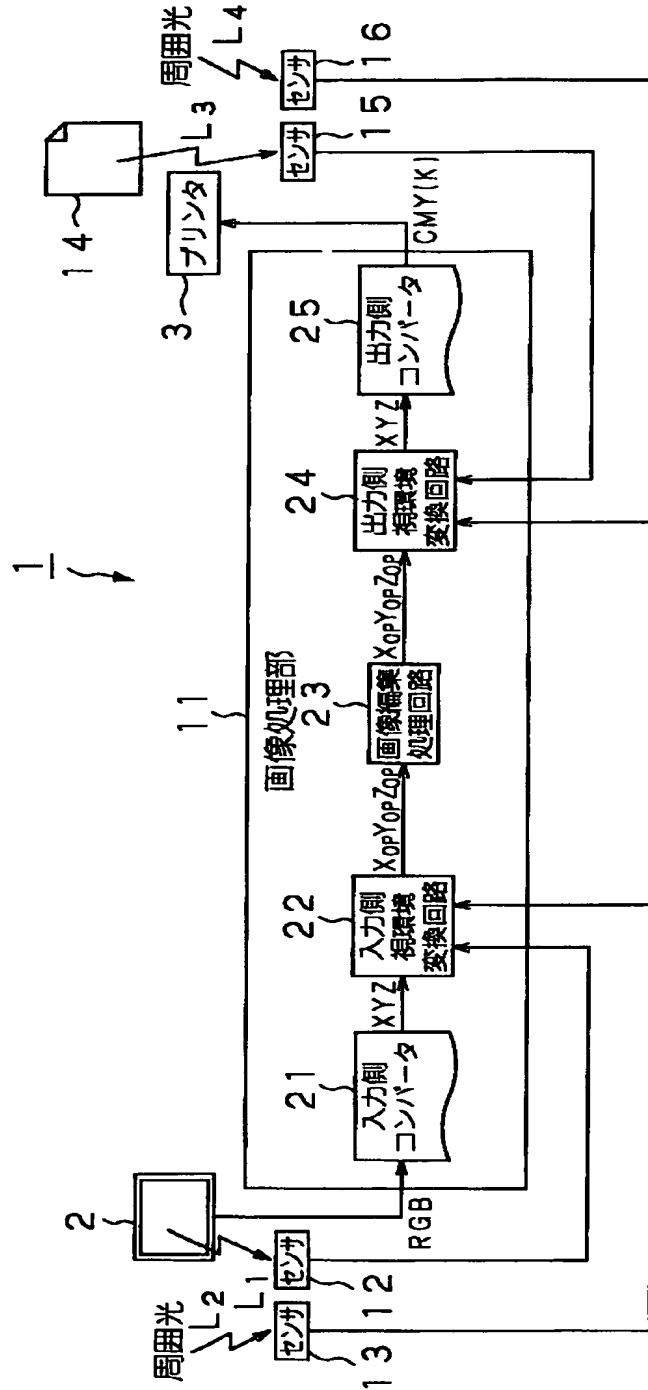
従来の画像処理装置における画像データの流れを示す図である。

【符号の説明】

1 画像処理装置、 2 画像表示装置、 3 プリンタ、 11 画像処理部、 12 第1の入力側センサ、 13 第2の入力側センサ、 14 プリント用紙、 15 第1の出力側センサ、 16 第2の出力側センサ、 21 入力側コンバータ、 22 入力側視環境変換回路、 23 画像編集処理回路、 24 出力側視環境変換回路、 25 出力側コンバータ

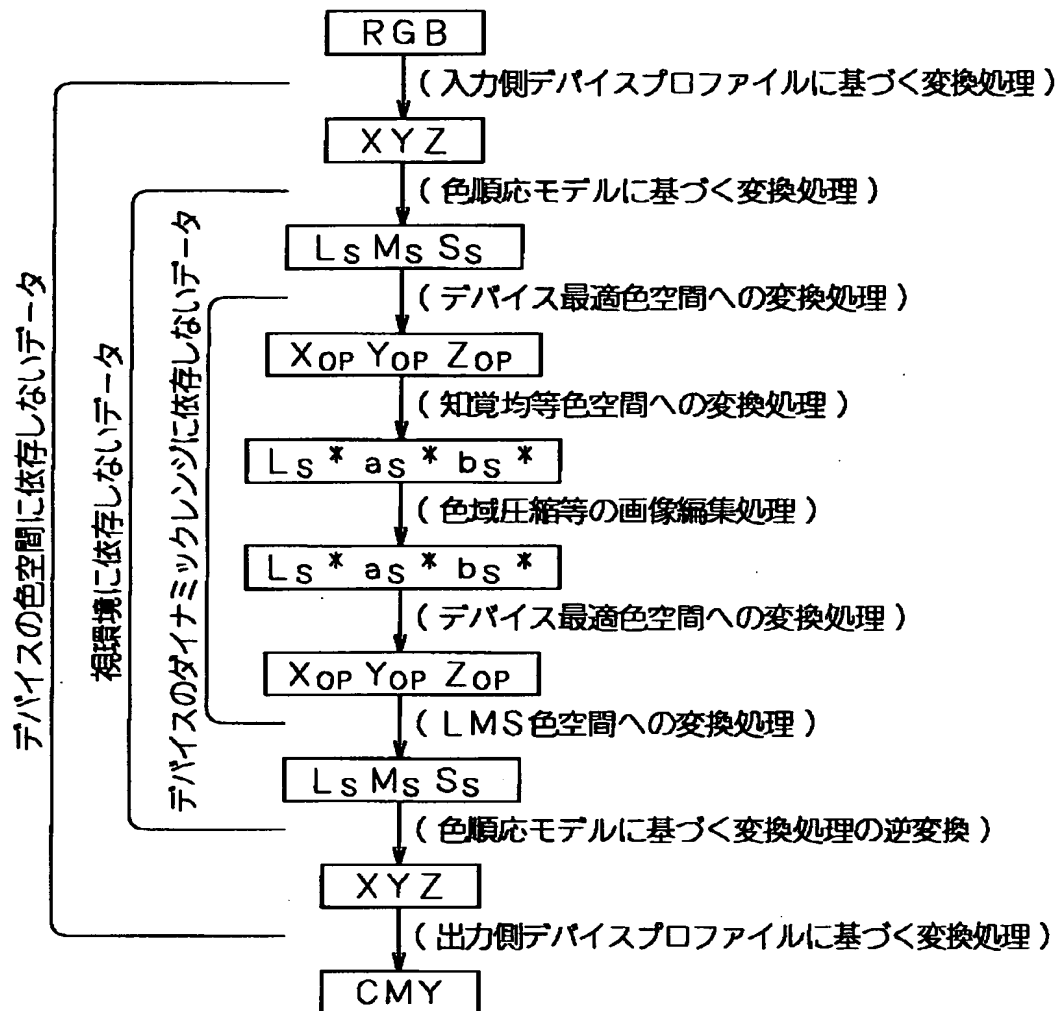
【書類名】 図面

【図 1】

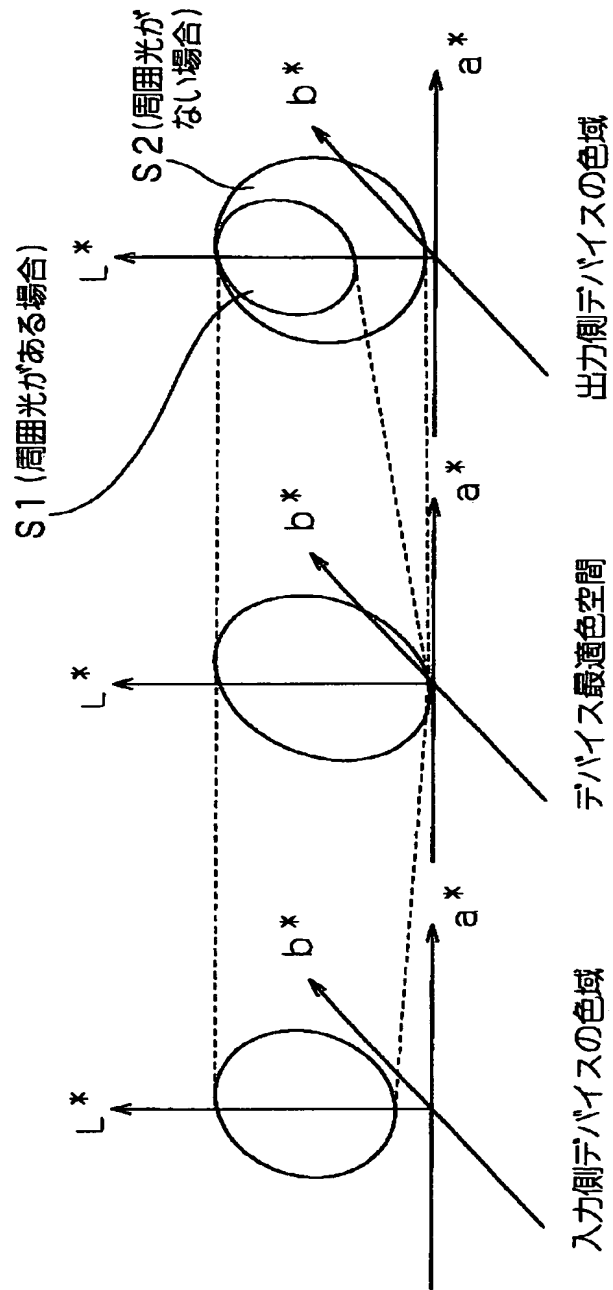


1: 画像処理装置
2: 画像表示装置

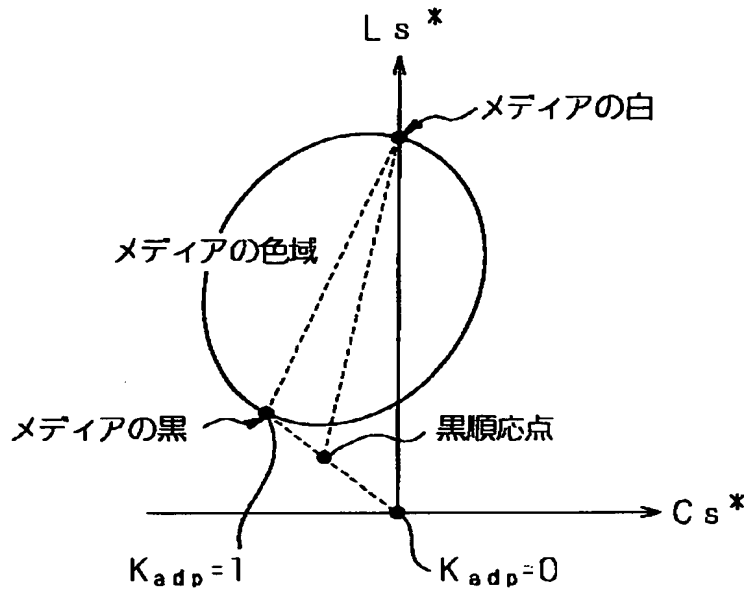
【図 2】



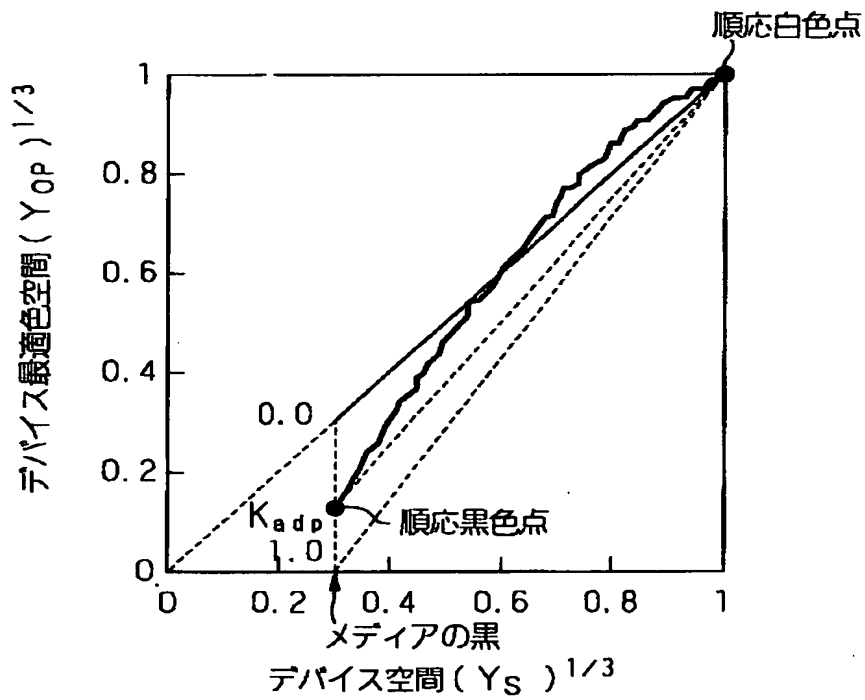
【図 3】



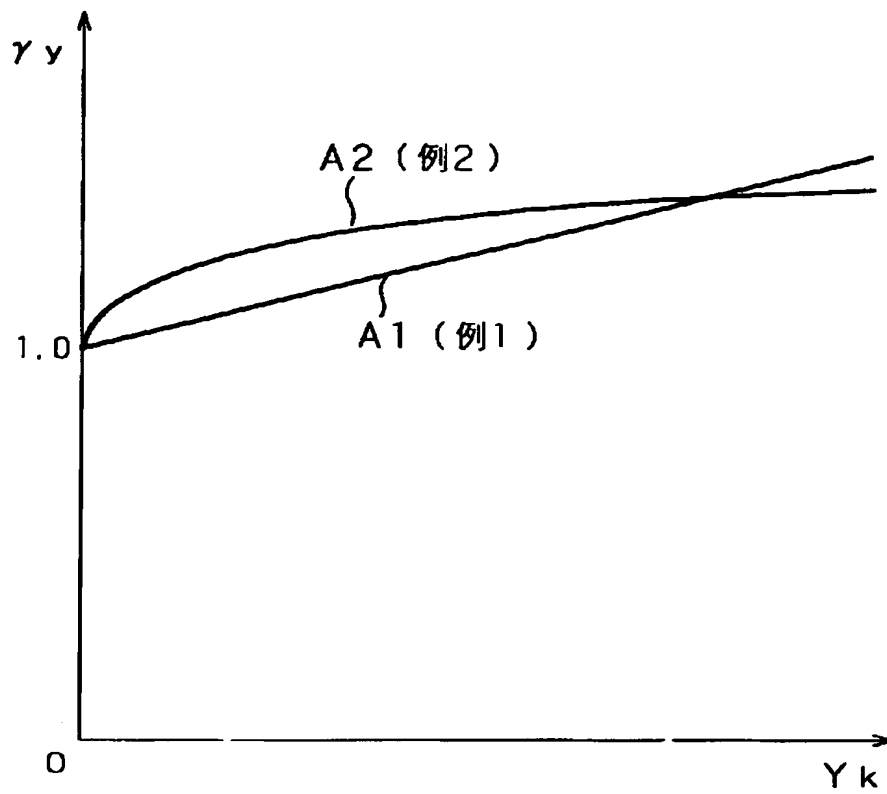
【図4】



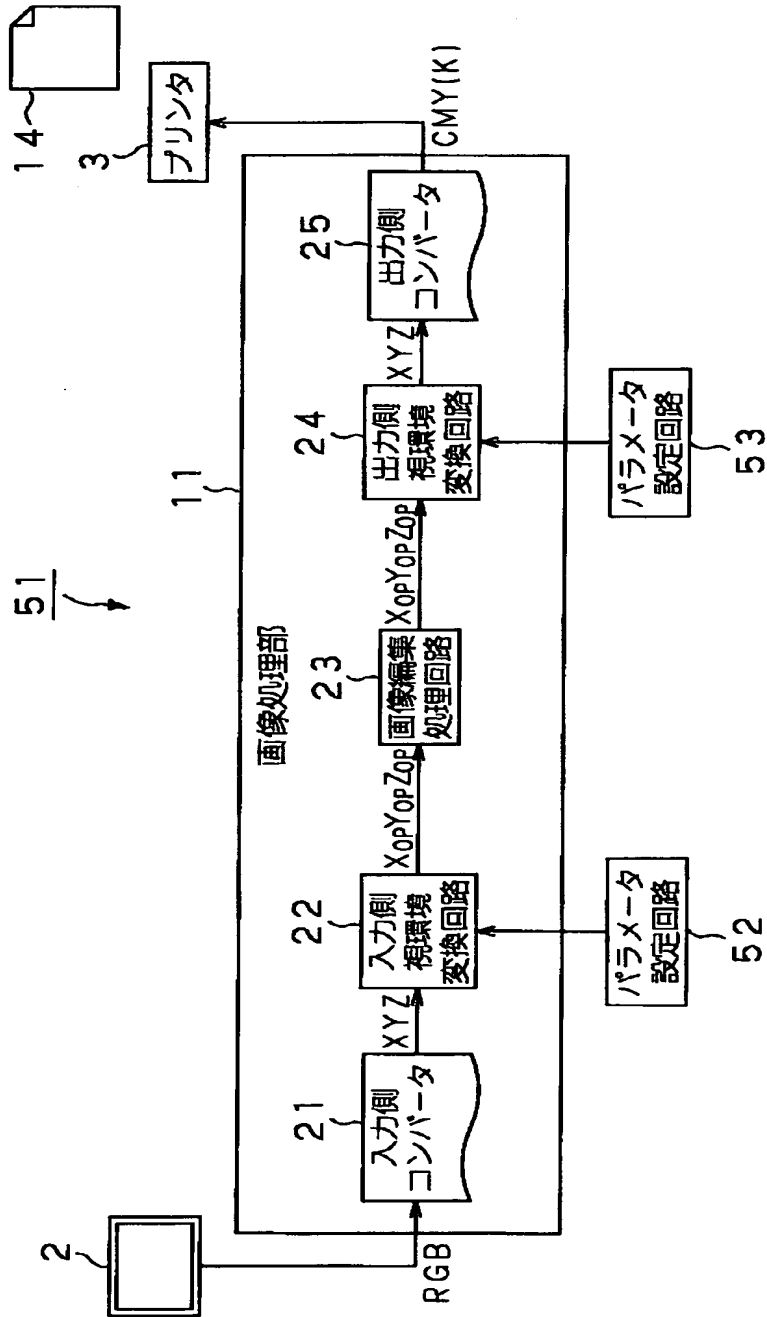
【図5】



【図6】



【図 7】

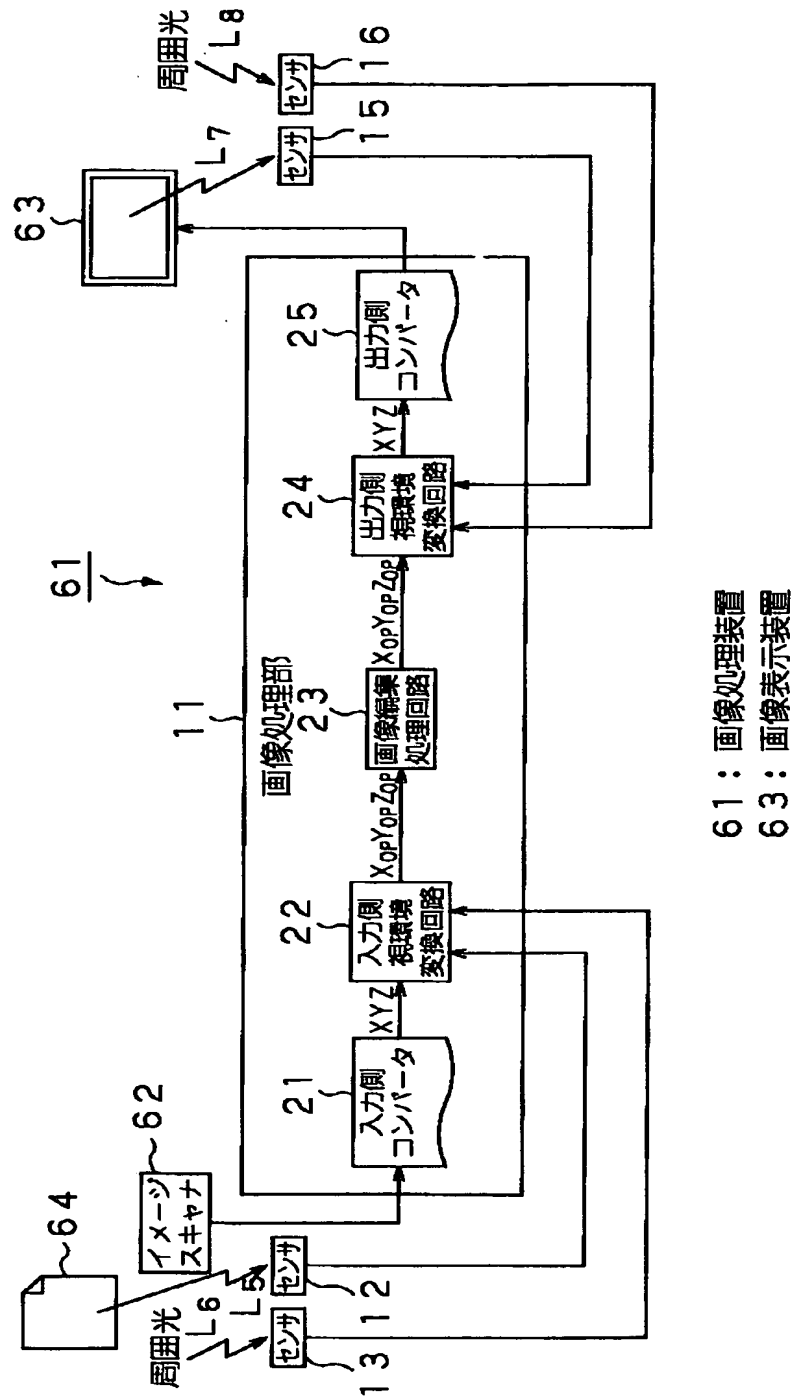


51 : 画像処理装置
2 : 画像表示装置

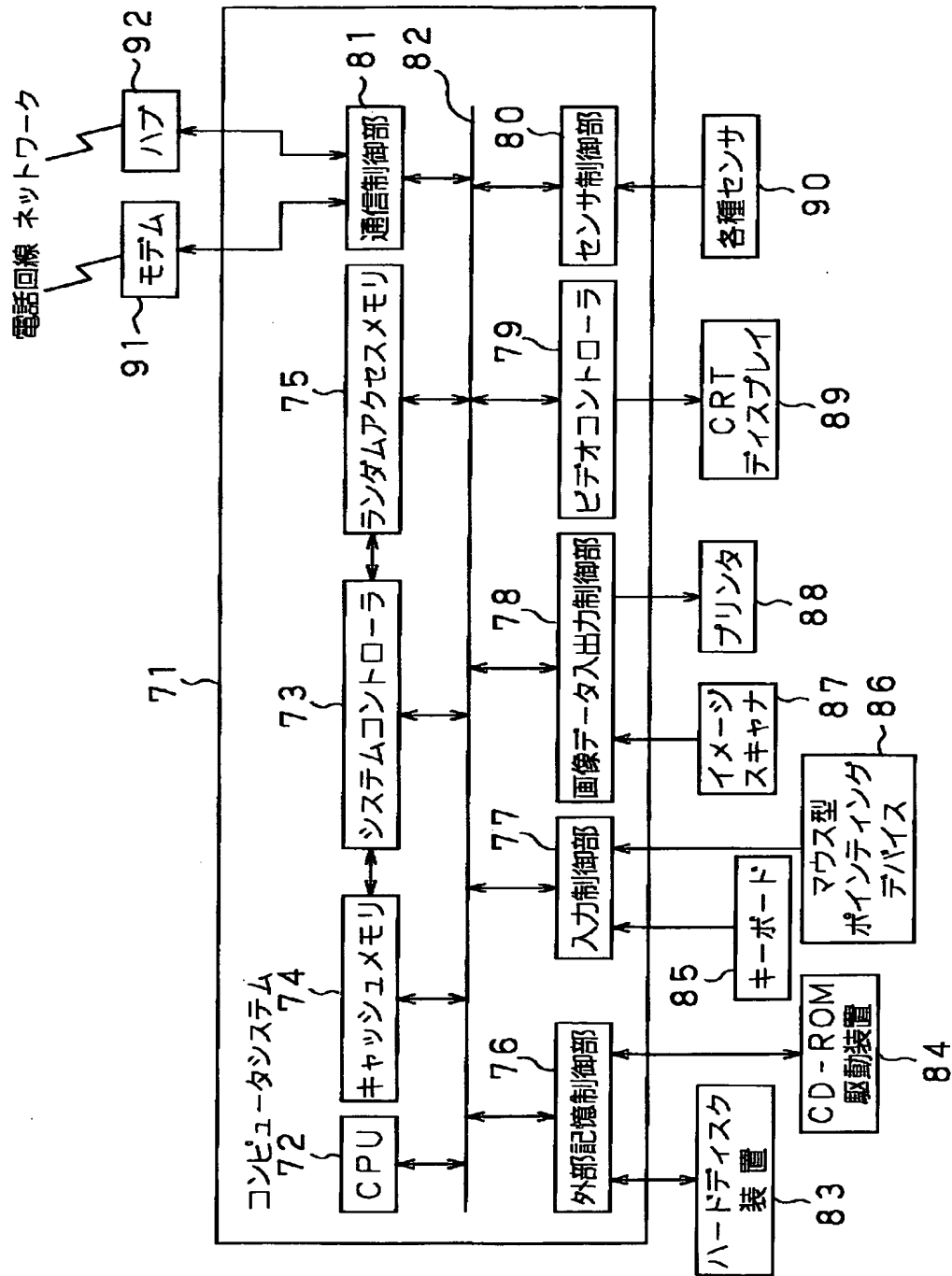
【図 8】

<div> <div> <div>Light Source:</div> <div>Current Value:</div> <div>Name:F6(JIS)</div> <div>x: 0.3779</div> <div>y: 0.3882</div> <div>Temp:4150</div> </div> <div> <div>F6 ▼</div> </div> </div>	
<div> <div>Surround Luminance:</div> <div>Current Value:100 cd/m²</div> </div>	
<div> <div>Monitor Luminance:</div> <div>Current Value:100 cd/m²</div> </div>	
<div> <div>Mid ▼</div> <div>Low 50cd/m²</div> <div>Mid 100cd/m²</div> <div>High 200cd/m²</div> <div>Customize</div> </div>	

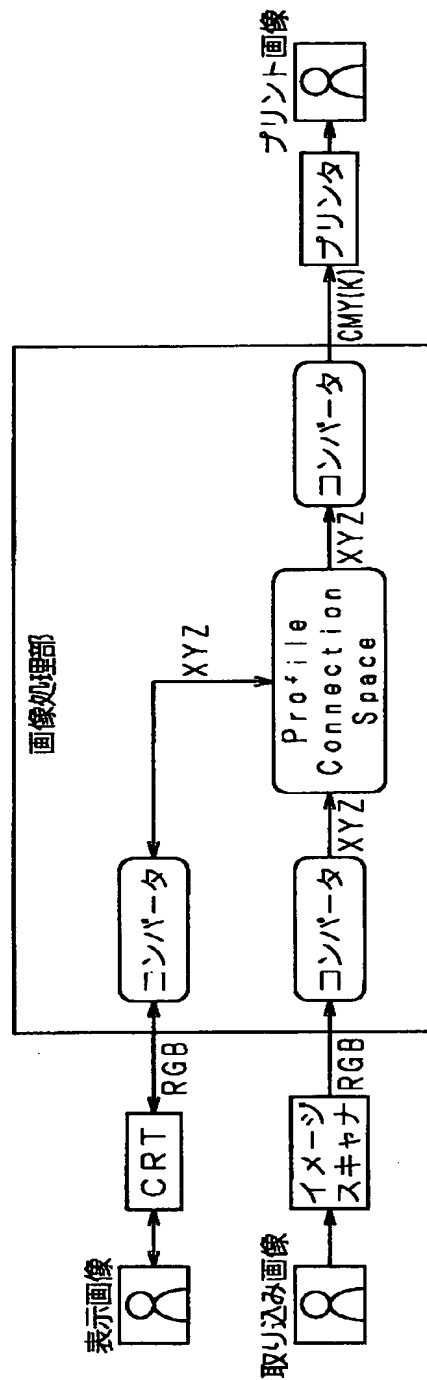
【图9】



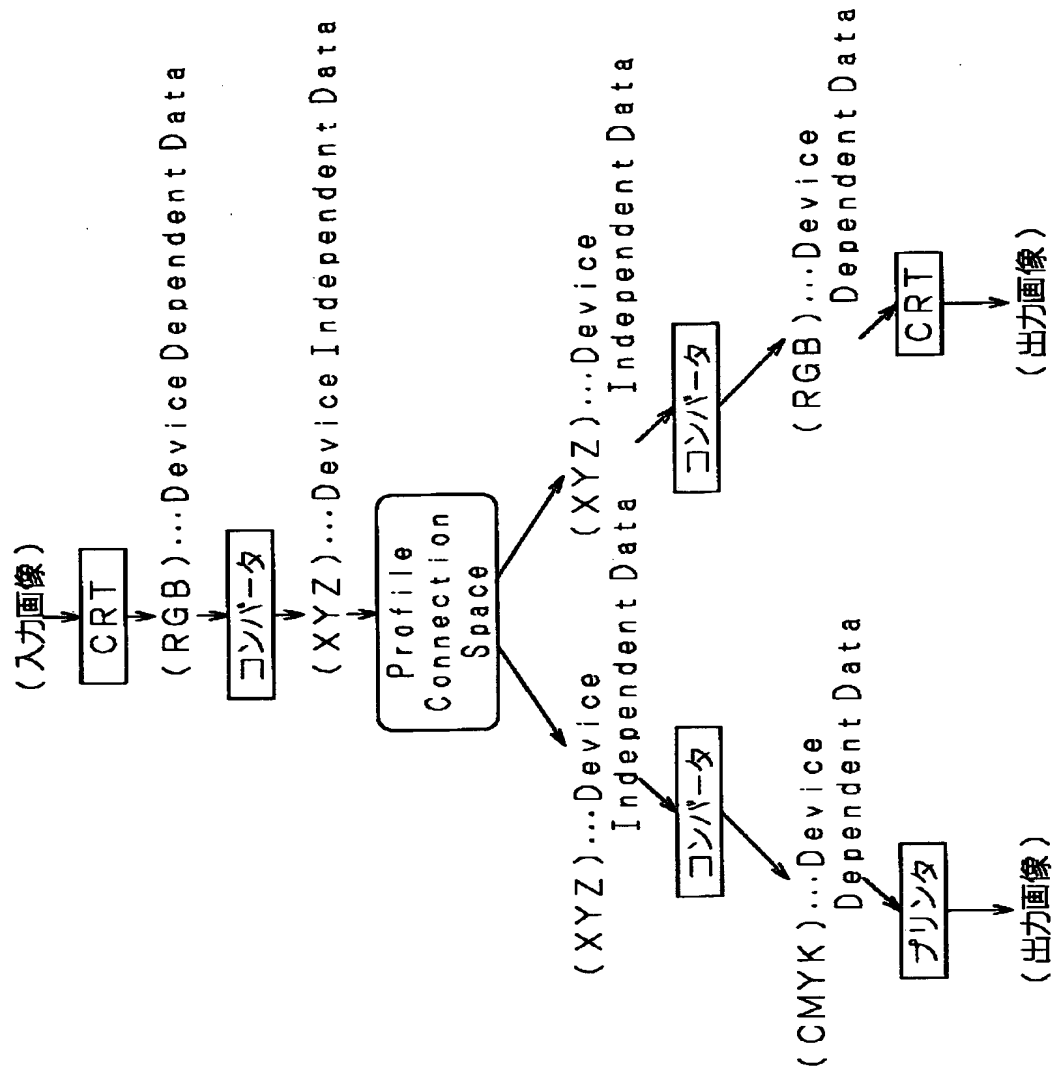
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 異種デバイス間において、最暗点異なる場合でも、カラー画像を同じ色で再現できるようにする。

【解決手段】 画像を取り扱うデバイスから入力された画像データに対して所定の画像処理を施して他のデバイスへ出力する画像処理装置に、黒順応補正手段を設ける。この黒順応補正手段は、各デバイスの最暗点が異なっている場合に、人間の視覚の黒への順応の違いを考慮して、各デバイスにおける画像の色の見え方がほぼ同じとなるように画像データを補正するものである。このような黒順応補正手段により画像データを補正することで、各デバイスの最暗点が異なっているも、各デバイスにおける画像の色の見え方がほぼ同じとなるようにすることができる。

【選択図】 図 1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】
【識別番号】 000002185
【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号
【氏名又は名称】 ソニー株式会社
【代理人】 申請人
【識別番号】 100067736
【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門 2-6-4 第 11 森ビル 小池
国際特許事務所
【氏名又は名称】 小池 晃
【選任した代理人】
【識別番号】 100086335
【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門 2 丁目 6 番 4 号 第 11 森ビル
小池国際特許事務所
【氏名又は名称】 田村 榮一
【選任した代理人】
【識別番号】 100096677
【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門 2 丁目 6 番 4 号 第 11 森ビル
小池国際特許事務所
【氏名又は名称】 伊賀 誠司

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日	1990年 8月30日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名	ソニー株式会社